

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 42 17 444 A 1

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
G 06 F 12/08

②① Aktenzeichen: P 42 17 444.9  
②② Anmeldetag: 26. 5. 92  
②③ Offenlegungstag: 3. 12. 92

DE 42 17 444 A 1

③⑩ Unionspriorität: ⑫ ③③ ③①  
27.05.91 JP 3-120761

⑦① Anmelder:  
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP; Hitachi Computer  
Engineering Co. Ltd., Hadano, Kanagawa, JP

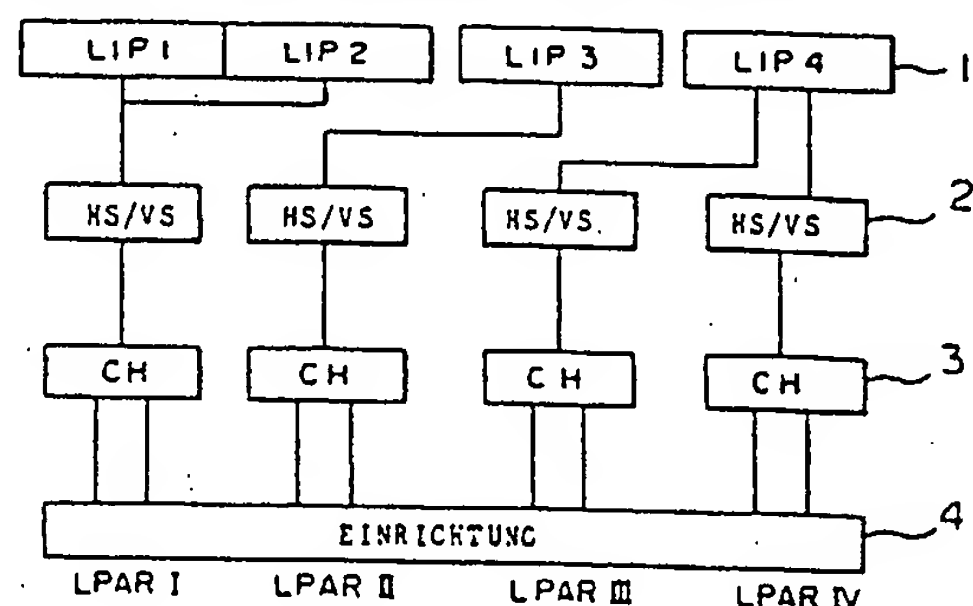
⑦④ Vertreter:  
Beetz, R., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Timpe, W., Dr.-Ing.;  
Siegfried, J., Dipl.-Ing.; Schmitt-Fumian, W., Prof.  
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Mayr, C.,  
Dipl.-Phys.Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦② Erfinder:  
Imada, Toyohisa; Takeshima, Yasusuke, Hadano, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren und Einrichtung zur dynamischen Verlagerung von virtuellen Maschinen in einem Hauptspeicher

⑤⑦ In einem System von virtuellen Maschinen (LPARs) wird die Verlagerung einer virtuellen Maschine (LPAR) im Hauptspeicher verwirklicht, ohne daß der Benutzer der virtuellen Maschine (LPAR) Auswirkungen dieser Verlagerung erfährt, wodurch die Effizienz und die Brauchbarkeit der das System von virtuellen Maschinen enthaltenden Informationsverarbeitungseinrichtung verbessert wird. In dem System von virtuellen Maschinen, das eine Betriebsart besitzt, in dem logisch unterteilte Bereiche (LPARs) konfiguriert werden, werden die Hardwarebetriebsmittel entweder exklusiv oder zeitlich verzahnt logisch unterteilt. Die den jeweiligen logisch unterteilten Bereichen (LPARs) zugewiesenen Hauptspeicherbereiche (2) werden einer von einem Dienstprozessor (5) ausgeführten Verlagerung gemäß einem Verlagerungsbefehl (MVSTOR) unterworfen. Diese Verlagerung umfaßt das temporäre Anhalten einer virtuellen Maschine (LPAR), die eigentliche Verlagerung der virtuellen Maschine (LPAR) im Hauptspeicherbereich (2) gemäß einer vom Verlagerungsbefehl (MVSTOR) bezeichneten Adresse und die Wiederherstellung der virtuellen Maschine (LPAR) auf der Grundlage des verlagerten Hauptspeicherbereichs. Hierbei wird der Hauptspeicherbereich-Anfangspunkt (HSA) eines jeden verlagerten Hauptspeicherbereichs (2) geändert.



DE 42 17 444 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft ein System von virtuellen Maschinen, in dem diese virtuellen Maschinen logisch unterteilten Bereichen (LPARs) zugeordnet sind, und insbesondere ein Verfahren und eine Einrichtung zur Verlagerung von derartigen virtuellen Maschinen in einem Hauptspeicher.

Im Stand der Technik sind ein Verfahren und eine Einrichtung bekannt, mit denen einer virtuellen Maschine eines Systems von virtuellen Maschinen ein Hauptspeicherbereich neu zugewiesen werden kann, wobei der der virtuellen Maschine zugewiesene Hauptspeicherbereich erweitert oder verkleinert wird. Bei dieser herkömmlichen Technologie wird jedoch der Anfangspunkt des der virtuellen Maschine zugewiesenen Hauptspeicherbereichs, d. h. eine Startadresse des zugewiesenen Bereichs, nicht geändert. Wenn daher in einem Fall, in dem ein Zwischenbereich des Hauptspeichers physikalisch einer ersten virtuellen Maschine zugewiesen wird und diese erste virtuelle Maschine ein Basis-Softwareprogramm wie etwa ein Betriebssystem (OS) verwendet, eine Anforderung zum Zuweisen eines Teils des Hauptspeichers an eine zweite virtuelle Maschine erzeugt wird, ist es in einigen Fällen nicht möglich, einen für die zweite virtuelle Maschine erforderlichen nachfolgenden Teil des Hauptspeichers zuzuweisen. In diesem Fall ist es im Stand der Technik notwendig, die erste virtuelle Maschine einmal anzuhalten, um den Anfangspunkt des ihr zugewiesenen Hauptspeicherbereichs festzulegen, woraufhin ein anfänglicher Programmladevorgang IPL ("Initial Program Loader") ausgeführt wird.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Einrichtung zur dynamischen Verlagerung einer virtuellen Maschine in einem Hauptspeicher zu schaffen, mit denen in dem oben beschriebenen Fall, in dem der zweiten virtuellen Maschine kein geeigneter Hauptspeicherbereich zugewiesen werden kann, die erste virtuelle Maschine in ihrem Zustand gelassen wird, derart, daß der der ersten virtuellen Maschine zugewiesene Hauptspeicheranfangspunkt an eine spezifizierte Adresse bewegt wird, um einen daraus sich ergebenden freien Bereich der zweiten virtuellen Maschine zuzuweisen, damit die zweite virtuelle Maschine in den Betriebszustand versetzt werden kann, so daß die Effizienz und die Brauchbarkeit des Informationsprozessors verbessert wird.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der gattungsgemäßen Art erfindungsgemäß gelöst durch die folgenden Schritte: Anhalten einer virtuellen Maschine eines mehrere virtuelle Maschinen umfassenden Systems, Verlagern der virtuellen Maschine in einem Hauptspeicherbereich gemäß einer durch einen Verlagerungsbefehl bezeichneten Adresse und Wiederherstellen der virtuellen Maschine auf der Grundlage der bezeichneten Adresse.

Die Aufgabe wird bei einer Einrichtung der gattungsgemäßen Art erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 8.

Wenn die Mehrzahl der virtuellen Maschinen den gesamten physikalischen Hauptspeicher nutzen und wenn entweder bestimmte Teile des Hauptspeichers, die wenigstens zwei virtuellen Maschinen zugeordnet sind, dynamisch ausgetauscht werden sollen oder wenn stattdessen ein Teil des Hauptspeichers, der einer der mehreren virtuellen Maschinen zugeordnet ist, erweitert werden soll, während die mehreren virtuellen Maschinen in Betrieb sind, können erfindungsgemäß Teile des

Hauptspeichers, die anderen virtuellen Maschinen zugewiesen sind, beliebig verlagert werden. Daher kann ohne Umspeichern der in Betrieb befindlichen mehreren virtuellen Maschinen der Anfangspunkt des einer in Betrieb befindlichen, spezifizierten virtuellen Maschine zugewiesenen Hauptspeicherbereichs, d. h. die Startadresse des zugewiesenen Bereichs, beliebig geändert werden, wobei der Betrieb der virtuellen Maschine im wesentlichen nicht unterbrochen wird. Dies hat zur Folge, daß die Verlagerung des Hauptspeicherbereichs der spezifizierten virtuellen Maschine nahezu ohne wesentliche Auswirkung auf den Benutzer der virtuellen Maschine ausgeführt werden kann, wodurch die Effizienz und die Brauchbarkeit des Informationsverarbeitungssystems verbessert wird.

Weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der Erfindung sind in den Unteransprüchen, die sich auf eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beziehen, angegeben.

Die Erfindung wird im folgenden anhand einer bevorzugten Ausführungsform mit Bezug auf die Zeichnungen näher erläutert; es zeigt

Fig. 1A ein schematisches Blockschaltbild zur Erläuterung des Hardwarebetriebsmittel-Konfiguration eines Systems von virtuellen Maschinen in einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 1B ein Blockschaltbild zur Erläuterung der Architektur des Systems von virtuellen Maschinen;

Fig. 2 eine Darstellung zur Erläuterung der Prozedur des Verlagerns eines Hauptspeicherbereichs, der einer virtuellen Maschine im erfindungsgemäßen System von virtuellen Maschinen zugewiesen ist;

Fig. 3A, B Darstellungen zur Erläuterung des Zuweisungszustandes der virtuellen Maschine im Hauptspeicher vor der Verschiebung des zugewiesenen Hauptspeicherbereichs; und

Fig. 4A, B Darstellungen zur Erläuterung des Zuweisungszustandes der virtuellen Maschine im Hauptspeicher nach der Verschiebung des zugewiesenen Hauptspeicherbereichs.

Zunächst wird mit Bezug auf die Zeichnungen ein System von virtuellen Maschinen gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung genauer beschrieben. In diesem System von virtuellen Maschinen kann während des Betriebs eine virtuelle Maschine einem neuen Bereich eines Hauptspeichers zugeordnet werden.

Zunächst wird mit Bezug auf die Fig. 1A der Hardwareaufbau des erfindungsgemäßen Systems von virtuellen Maschinen beschrieben. Das System von virtuellen Maschinen besitzt eine neue Unterteilungskonfiguration des Hauptspeichers, wobei die einzelnen Abschnitte dieser Konfiguration als logisch unterteilte Bereiche (LPARs) bezeichnet werden. Die Hardwarebetriebsmittel dieser logisch unterteilten Bereiche umfassen Logikbefehl-Prozessoren (LIP1 bis LIP4) 1, Hauptspeicherabschnitte bzw. virtuelle Speicherabschnitte (HS/VS) 2, Kanalpfade (CH) 3 und eine Einrichtung 4. Die Einrichtung 4 wird anteilig von vier virtuellen Maschinen benutzt. Wie aus der Figur ersichtlich, entsprechen die Logikbefehl-Prozessoren LIP1 und LIP2 einer virtuellen Maschine LPAR I. Der Logikbefehl-Prozessor LIP3 entspricht einer virtuellen Maschine LPAR II. Der Logikbefehl-Prozessor LIP4 entspricht den virtuellen Maschinen LPAR III und LPAR IV.

In Fig. 1B ist die Architektur eines mehrere virtuelle Maschinen enthaltenden Systems gezeigt. Jede virtuelle Maschine enthält einen Logikbefehl-Prozessor (LIP) 1.

Ein Dienstprozessor (SVP) 5 erzeugt aufgrund eines Verlagerungsbefehls einen Verschiebungsbefehl. Ein Betriebsmittel-Verwaltungsabschnitt 8 verwaltet und steuert den jeder der Mehrzahl der virtuellen Maschinen zugewiesenen Betriebsmittelzustand. Aufgrund einer in ihn eingegebenen Prüfanforderung führt der Abschnitt 8 eine Prüfung aus, um festzustellen, ob eine durch die Anforderung bezeichnete virtuelle Maschine in einem Hauptspeicherbereich verlagert werden kann. Wenn die bezeichnete virtuelle Maschine von einem LPAR-Steuerabschnitt 6 verlagert wird, wird der verlagerte Bereich des Hauptspeichers sämtlichen Eingabe-/Ausgabeprozessoren 10, die der bezeichneten virtuellen Maschine zugewiesen sind, mitgeteilt. Für jede virtuelle Maschine ist ein LIP-Steuerabschnitt 7 vorgesehen, der die Operationen des oder der Logikbefehl-Prozessoren (LIP) 1 der virtuellen Maschine steuert. Das bedeutet, daß der Abschnitt 7 die Operation des LIP 1 der bezeichneten virtuellen Maschine anhält und dann diese Maschine entsprechend einer Adresse, die durch einen SIE-Befehl (Startinterpretation-Ausführungsbefehl) spezifiziert wird, die Maschine neu speichert, d. h. wiederherstellt. Der LPAR-Steuerabschnitt 6 arbeitet aufgrund eines Verschiebungsbefehls. Wenn die Operation der bezeichneten virtuellen Maschine unterbrochen worden ist, wartet der Abschnitt 6 einen Zustand ab, in dem sämtliche E/A-Prozessoren (IOP) 10, die der bezeichneten virtuellen Maschine zugewiesen sind, außer Betrieb sind, um die Prüfanforderung zu erzeugen und an den Betriebsmittel-Verwaltungsabschnitt 8 auszugeben. Wenn der Verwaltungsabschnitt 8 feststellt, daß die bezeichnete virtuelle Maschine im Hauptspeicherbereich verlagert werden kann, verlagert danach der Abschnitt 6 diese bezeichnete virtuelle Maschine entsprechend der durch den Verschiebungsbefehl angegebenen Adresse.

Wenn der Verlagerungsbefehl eine Erweiterung eines Hauptspeicherbereichs betrifft, der einer anderen an die bezeichnete virtuelle Maschine angrenzenden virtuellen Maschine zugewiesen ist, erzeugt der Dienstprozessor 5 einen Erweiterungsbefehl, nachdem die bezeichnete Maschine wiederhergestellt worden ist, um aufgrund dieses Erweiterungsbefehls den der anderen virtuellen Maschine zugewiesenen Bereich zu erweitern. Wenn der Verlagerungsbefehl einen Austausch von Hauptspeicherbereichen betrifft, die zwei bezeichneten virtuellen Maschinen zugewiesen sind, steuert der Steuerabschnitt 6 die LIP-Steuerabschnitte 7, derart, daß er die zwei bezeichneten virtuellen Maschinen anhält, dann liest der Steuerabschnitt 6 den Inhalt aus, der in dem Hauptspeicherbereich gespeichert ist, der einem der zwei bezeichneten virtuellen Maschinen zugeordnet ist, um den ausgelesenen Inhalt in der anderen der zwei virtuellen Maschinen zu speichern, anschließend wiederholt der Steuerabschnitt 6 die Auslese- und Speicheroperationen für den der anderen virtuellen Maschine zugewiesenen Speicherbereich, schließlich stellt der Steuerabschnitt 6 diese virtuellen Maschinen wieder her.

Die Hardware-Betriebsmittel werden den logische virtuelle Maschinen darstellenden LPARs entweder exklusiv oder zeitlich verzahnt in einer LPAR-Betriebsart zugewiesen. D.h., daß im Hardwareaufbau ein Logikbefehl-Prozessor 1 einem LPAR zeitlich verzahnt zugeordnet wird, während die übrigen Hardwarekomponenten dem LPAR exklusiv zugeordnet werden.

Jeder einem LPAR zugewiesene Hauptspeicherbereich, d. h. ein LPAR-Bereich, kann durch die Verschie-

bungsverarbeitung dynamisch geändert werden, wie in Fig. 2 gezeigt ist. D.h., daß der Anfangspunkt, also die Kopfadresse eines jeden LPAR-Bereichs, im physikalischen Hauptspeicher beliebig geändert werden kann. Die Verschiebungsverarbeitung wird durch den Dienstprozessor (SVP) 5 ausgeführt, der einen LPAR-Rahmen aufweist, der eine Operationsschnittstelle darstellt. Wie in Fig. 2 gezeigt ist, verbindet diese Schnittstelle den Dienstprozessor 5 mit jedem LPAR, mit dem LPAR-Steuerabschnitt 6, der die an jeden LPAR gerichteten Operationsbefehle und dergleichen steuert, mit dem LIP-Steuerabschnitt 7, der einen Gast, z. B. das Betriebssystem (OS), aufgrund eines Befehls vom Steuerabschnitt 6 steuert und eine Simulationsverarbeitung für einen eine Simulation erfordernden Befehl ausführt, und mit dem Betriebsmittel-Verwaltungsabschnitt 8, der die Information der physikalischen Betriebsmittel sämtlicher LPARs verwaltet.

Nun wird mit Bezug auf Fig. 2 ein Beispiel der Verschiebungsverarbeitung für den Fall beschrieben, in dem zwei LPARs, etwa LPAR1 und LPAR2, in Betrieb sind.

Zunächst wird vor der Initialisierung der Operation eines jeden LPAR der Hauptspeicher logisch unterteilt, um Bereiche für den LPAR1 bzw. den LPAR2 zu definieren. In Fig. 3A sind ein Hauptspeicherbereich-Anfangspunkt (HS-Bereich-Anfangspunkt) und eine HS-Größe für jeden der definierten Bereiche gezeigt. Eine HS-Lücke gibt die Größe des ungenutzten Bereichs zwischen dem LPAR1-Bereich und dem LPAR2-Bereich, die sich in einem höheren Adressenbereich im Hauptspeicher befindet, an. Da in diesem Beispiel zwischen den LPAR1- und LPAR2-Bereichen keine HS-Lücke vorhanden ist, wird die HS-Lücke des LPAR1 auf "0" gesetzt. Wenn zwei virtuelle Maschinen LPAR1 und LPAR2 in den beiden auf diese Weise definierten LPAR-Bereichen arbeiten, werden darüber hinaus im unterteilten Zustand des Hauptspeichers die Bereiche zwischen 0 MB und 128 MB und zwischen 129 MB und 384 MB dem LPAR1 bzw. dem LPAR2 zugewiesen, während der verbleibende Bereich mit 125 MB, der zwischen 385 MB und 509 MB liegt, nicht zugewiesen wird. Während der Operationen des LPAR1 bzw. des LPAR2 unter diesen Umständen kann die Hauptspeicherverschiebungsfunktion (HS-VERSCHIEBUNG) der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

Zunächst wird angenommen, daß für den LPAR2 der HS-Anfangspunkt bei 192 MB gesetzt werde, d. h., daß durch einen HS-VERSCHIEBUNGS-Befehl (der im folgenden mit MVSTOR-Befehl bezeichnet wird) der Hauptspeicherbereich-Anfangspunkt (HSA) durch den LPAR-Rahmen des SVP 5 auf HSA = 192 gesetzt wird. Aufgrund dieses Befehls wird die Steuerung vom SVP 5 an den LPAR-Steuerabschnitt 6 für den LPAR2 übertragen. Vom Steuerabschnitt 6 wird an den LIP-Steuerabschnitt 7 ein Befehl geschickt, um einen LIP des LPAR2 vorübergehend anzuhalten. Daraufhin setzt der LIP-Steuerabschnitt 7 den LIP, d. h. den Gast des LPAR2, also das Betriebssystem, in den angehaltenen Zustand (Schritt 201).

Es wird eine Warteoperation ausgeführt, durch die wenigstens 10 Sekunden gewartet wird, während denen sämtliche mit dem LPAR2 verbundenen E/A-Prozessoren außer Betrieb gehen (Schritt 202). Wenn der LIP angehalten worden ist, kann üblicherweise der E/A-Prozessor sofort außer Betrieb gehen; es wird jedoch bei Annahme eines speziellen Falls eine Zeitspanne von 10 Sekunden vorgesehen. Im Fall einer Warteoperation



wird eine Meldung ausgegeben, um irgendwelche E/A-Einrichtungen, die sich noch im Betriebszustand befinden, zu melden. Der Schritt 202 ist notwendig, um die folgende Möglichkeit zu vermeiden: Selbst wenn der LIP im Schritt 201 angehalten wird, befindet sich der E/A-Prozessor noch immer in Betrieb, so daß vom E/A-Prozessor aufgrund eines E/A-Befehls möglicherweise auf den Bereich vor der Verschiebung zugegriffen wird.

Vom Betriebsmittel-Verwaltungsabschnitt 6 wird eine Prüfung ausgeführt, um festzustellen, ob der durch den Befehl spezifizierte HSA (in diesem Fall 192 MB) geeignet ist, d. h. ob der LPAR2-Bereich bewegt werden kann (Schritt 203). Der Betriebsmittel-Verwaltungsabschnitt 8 besitzt HS-Abbildungen sämtlicher LPARs und bestimmt auf der Grundlage des spezifizierten HSA, ob ein Bereich, der beim HSA beginnt und die Größe des LPAR2 besitzt, von einem anderen LPAR genutzt wird. Im beschriebenen Beispiel wird der Bereich zwischen 192 MB (am HSA) und 384 MB vom LPAR 2 benutzt, während der Bereich ab 385 MB nicht zugewiesen ist, so daß der LPAR2-Bereich verschoben werden kann. Wenn festgestellt wird, daß der LPAR2-Bereich bewegt werden kann, schickt der Betriebsmittel-Verwaltungsabschnitt 8 an die E/A-Prozessoren einen SALE-Befehl (Befehl zum Setzen der erweiterten Adressengrenze), um den LPAR2-Bereich nach der Verschiebung zu melden.

Nun wird die eigentliche Speicherübertragungsverarbeitung gemäß den Schritten 204 bis 209 beschrieben. Zunächst werden eine Startadresse des Übertragungsausgangsbereichs, des LPAR2-Bereichs, und eine Startadresse des Übertragungszielbereichs festgesetzt (Schritt 204). In dieser Ausführungsform werden die Startadressen des Übertragungsausgangsbereichs und des Übertragungszielbereichs durch 384 MB bzw. 448 MB in einer Seiteneinheit dargestellt. D. h., daß die Übertragungsoperation bei den jeweiligen Startadressen begonnen wird, derart, daß die Adressen bei jeder Operation jeweils um eine Seite dekrementiert werden. Ein Schlüssel zum Schutz der Daten der einzelnen Seiten des Ausgangsbereichs wird ausgelesen (Schritt 205) und in einem Register im LPAR-Steuerabschnitt 6 gesichert. Dann werden die Seitendaten beginnend bei der im Schritt 204 erhaltenen Adresse in den Übertragungszielbereich übertragen (Schritt 206), um den vorher erhaltenen Schlüssel im Übertragungszielbereich an einer vorgegebenen Adresse zu setzen (Schritt 207). Durch diese Operation ist die Datenübertragung für eine Seite abgeschlossen. Anschließend werden die Adresse des Übertragungsausgangsbereichs und die Adresse des Übertragungszielbereichs aktualisiert (Schritt 208). In dieser Ausführungsform wird der Seitenzählstand bei jeder Übertragung um den Wert "1" vermindert, um die Übertragungsoperation für den gesamten Bereich des dem LPAR2 zugewiesenen Hauptspeicherbereichs in Seiteneinheiten wiederholt auszuführen. Durch diese eben beschriebene Operation ist die HS-Übertragungsoperation beendet (Schritt 209).

Um schließlich den LIP wiederherzustellen, wird an den LIP-Steuerabschnitt 7 aufgrund eines SIE-Befehls ein Befehl ausgegeben. Daraufhin setzt der LIP-Steuerabschnitt 7 einen neuen HSA, der durch die Parameter des SIE-Befehls bereitgestellt wird, und stellt den LIP wieder her. D. h., daß der Gast des LPAR2 gestartet wird (Schritt 210). Darüber hinaus wird dem Rahmen des SVP 5 das Ergebnis des MVSTOR-Befehls gemeldet (Schritt 211). In dieser Ausführungsform wird der MVSTOR-Befehl normal beendet. Hierbei befindet sich

nach der Beendigung des MVSTOR-Befehls der dem LPAR1 bzw. der dem LPAR2 zugewiesene Hauptspeicherbereich in einem Zustand, wie er in Fig. 4A gezeigt ist. Da durch den MVSTOR-Befehl für den LPAR1 eine HS-Lücke erzeugt wird, kann der LPAR1-Bereich unter Verwendung eines herkömmlichen Befehls soweit erhöht werden, wie dies die HS-Lücke zuläßt. Außerdem sind die Bereichszuweisungszustände des LPAR1 und des LPAR2 von der Art, wie sie in Fig. 4B gezeigt sind; d. h., daß der LPAR2-Bereich ebenfalls in Richtung ansteigender Adressen des Hauptspeichers um 61 MB erweitert werden kann.

Wie oben erwähnt, kann der dem LPAR1 zugewiesene Hauptspeicherbereich erfindungsgemäß so erweitert werden, daß nahezu kein Einfluß auf den Betriebszustand des LPAR2 ausgeübt wird. Wie aus der obigen Beschreibung verständlich wird, ist es mit dem erfindungsgemäßen System von virtuellen Maschinen möglich, einen MVSTOR-Befehl zu schaffen, mit dem der Ausgangspunkt des LPAR-Bereichs im physikalischen Hauptspeicher eines Systems von virtuellen Maschinen mit einer LPAR-Betriebsart beliebig geändert werden kann. Dadurch wird folglich die herkömmliche Operation unnötig, durch die die in Betrieb befindliche virtuelle Maschine angehalten wird, um den Hauptspeicheranfangspunkt in einem weiteren Hauptspeicherbereich zu setzen und den LIP nach der Verlagerung des LPAR-Bereichs neu zu initialisieren. Dies hat zur Folge, daß die virtuelle Maschine ununterbrochen betrieben werden kann.

Das System von virtuellen Maschinen der vorliegenden Erfindung umfaßt eine Informationsverarbeitungseinrichtung, einen Dienstprozessor, der für die Informationsverarbeitungseinrichtung eine Bedienerschnittstelle schafft, und eine Hardwarekonfiguration zur Steuerung der Mehrzahl der virtuellen Maschinen. Die Hardwarekonfiguration ist entweder exklusiv oder zeitlich verzahnt logisch unterteilt. Der Anfangspunkt eines Hauptspeicherbereichs einer jeden der Mehrzahl der virtuellen Maschinen wird geändert, um den zugewiesenen Hauptspeicherbereich zu verschieben.

Wenn darüber hinaus die mehreren virtuellen Maschinen den gesamten physikalischen Hauptspeicher verwenden, ist es möglich, die wenigstens zwei virtuellen Maschinen zugewiesenen Hauptspeicherbereiche dynamisch auszutauschen.

Wenn außerdem der Hauptspeicherbereich einer der Mehrzahl der virtuellen Maschinen erweitert werden soll, während die mehreren virtuellen Maschinen arbeiten, können die Hauptspeicherbereiche anderer virtueller Maschinen beliebig bewegt werden. Wenn daher die Adresse des einer bestimmten virtuellen Maschine zugewiesenen Hauptspeicherbereichs geliefert wird, führt der Dienstprozessor eine entsprechende Operation aus, um die Änderung des Anfangspunkts des Hauptspeicherbereichs an den Steuerabschnitt der speziellen virtuellen Maschine zu melden. Der Steuerabschnitt hält den LIP-Steuerabschnitt an. Dann wird die Eignung des bestimmten Hauptspeicherbereichsanfangspunktes durch den die physikalischen Betriebsmittel sämtlicher virtueller Maschinen verwaltenden Betriebsmittel-Verwaltungsabschnitt geprüft. Wenn bestätigt wird, daß der Bereich in den spezifizierten Bereich bewegt werden kann, bewegt der Steuerabschnitt für die virtuelle Maschine die Daten der Seiteneinheit. Dann wird durch den SALE-Befehl der Umfang des neuen Hauptspeicherbereichs der virtuellen Maschine an die mit der virtuellen Maschine gekoppelten E/A-Prozessoren gemeldet,

schließlich wird der Anfangspunkt des Hauptspeicherbereichs durch die Parameter des SIE-Befehls geändert, wodurch der LIP-Steuerabschnitt wiederhergestellt wird. Daher kann der Hauptspeicherbereich der spezifi- 5 zierten virtuellen Maschine übertragen werden, wobei die mit dieser virtuellen Maschine arbeitende Bedienungsperson nahezu keine Auswirkungen feststellt.

Die obige Beschreibung ist anhand einer speziellen Ausführungsform gegeben worden. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf diese Ausführungsform be- 10 schränkt und kann selbstverständlich auf zahlreiche Weisen abgewandelt und verändert werden, ohne vom Geist und vom Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren, das in einem mehrere virtuelle Maschinen (LPARs) umfassenden System von virtuel- 20 len Maschinen ausgeführt wird, wobei das Verfahren der Verlagerung einer durch einen Verlagerungsbefehl (MVSTOR) spezifizierten virtuellen Maschine (LPAR) in einem Hauptspeicherbereich (2) dient, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:
  - temporäres Anhalten (201) einer virtuellen Maschine (LPAR);
  - Verlagern (206) der virtuellen Maschine (LPAR) im Hauptspeicherbereich (2) gemäß einer durch den Verlagerungsbefehl bezeichneten Adresse; und 30
  - Wiederherstellen (210) der virtuellen Maschine (LPAR) auf der Grundlage des verlagerten Hauptspeicherbereichs (2).
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt des temporären Anhaltens 35 die folgenden Schritte umfaßt:
  - temporäres Anhalten (201) eines Logikbefehlprozessors (LIP) der virtuellen Maschine (LPAR); und
  - Warten (202), bis sämtliche Eingabe-/Ausgabeprozessoren (10), die dem Logikbefehlprozessor (LIP) 40 zugeordnet sind, außer Betrieb gesetzt worden sind.
3. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Verlagerungsschritt die folgenden Schritte umfaßt: 45
  - Feststellen (203) anhand der bezeichneten Adresse, ob die virtuelle Maschine (LPAR) im Hauptspeicherbereich (2) verlagert werden kann; und
  - Verlagern (206) der virtuellen Maschine (LPAR) entsprechend der durch den Verlagerungsbefehl 50 (MVSTOR) bezeichneten Adresse, wenn festgestellt wird, daß die virtuelle Maschine (LPAR) verlagert werden kann.
4. Verfahren gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Verlagerungsschritt den folgenden Schritt umfaßt: 55
  - Übertragen von Speicherinhalten des momentan der virtuellen Maschine (LPAR) zugewiesenen Hauptspeicherbereichs (2) in einen neuen Hauptspeicherbereich (2), der auf der Grundlage der be- 60 zeichneten Adresse in den Seiteneinheiten bestimmt ist.
5. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Wiederherstellungsschritt die folgenden Schritte umfaßt: 65
  - Erzeugen eines Wiederherstellungsbefehls für die virtuelle Maschine (LPAR);
  - Melden des verlagerten Hauptspeicherbereichs (2)

an sämtliche der virtuellen Maschine (LPAR) zugewiesene Eingabe-/Ausgabeprozessoren (10) aufgrund des Befehls; und

Wiederherstellen (210) der virtuellen Maschine (LPAR) auf der Grundlage der bezeichneten Adresse.

6. Verfahren gemäß Anspruch 1, gekennzeichnet durch den folgenden Schritt, falls der Erweiterungsbefehl die Erweiterung eines Hauptspeicherbereichs (2) betrifft, der einer der virtuellen Maschine (LPAR) benachbarten weiteren virtuellen Maschine (LPAR) zugewiesen ist:

Erweitern des der weiteren virtuellen Maschine (LPAR) zugewiesenen Hauptspeicherbereichs (2) nach dem Wiederherstellungsschritt (210).

7. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß

der Verlagerungsbefehl den Austausch von Hauptspeicherbereichen betrifft, die zwei entsprechenden, vom Verlagerungsbefehl bezeichneten virtuellen Maschinen (LPAR) zugewiesen sind;

der Schritt des temporären Anhaltens den Schritt des temporären Anhaltens (201) beider virtueller Maschinen (LPAR) umfaßt;

der Verlagerungsschritt die folgenden Schritte umfaßt:

- Auslesen der Inhalte der entsprechenden Bereiche des Hauptspeichers (2), die den beiden virtuellen Maschinen (LPAR) jeweils zugewiesen sind;

- Speichern der Inhalte, die aus dem einer der beiden virtuellen Maschinen (LPAR) zugewiesenen Hauptspeicherbereich ausgelesen worden sind, in dem der anderen virtuellen Maschine (LPAR) zugewiesenen Hauptspeicherbereich; und

- Wiederholen des Ausleseschrittes und des Speicherschrittes für sämtliche den beiden virtuellen Maschinen (LPAR) zugewiesene Hauptspeicherbereiche (2); und

der Wiederherstellungsschritt (210) den folgenden Schritt umfaßt: Wiederherstellen der beiden virtuellen Maschinen (LPAR).

8. System von virtuellen Maschinen, mit mehreren virtuellen Maschinen (LPAAs), die jeweils einem Hauptspeicherbereich (2) zugewiesen sind, wobei jede virtuelle Maschine (LPAR) einen Logikbefehlprozessor (1) umfaßt, gekennzeichnet durch einen Dienstprozessor (5) zur Erzeugung eines Verschiebungsbefehls aufgrund eines Verlagerungsbefehls;

eine Betriebsmittel-Verwaltungseinrichtung (8) zur Verwaltung der Zuweisungen der Betriebsmittel an die virtuellen Maschinen (LPAR) und zur Steuerung der Betriebsmittel;

LIP-Steuereinrichtungen (7), die für jede der virtuellen Maschinen (LPAR) vorgesehen sind, um die Operationen der Logikbefehlprozessoren (1) einer jeden der virtuellen Maschinen (LPAR) zu steuern; und

eine Einrichtung (6) zum Steuern von virtuellen Maschinen, die auf den Verschiebungsbefehl anspricht, um eine durch den Verlagerungsbefehl bezeichnete virtuelle Maschine (LPAR) entsprechend einer im Verschiebungsbefehl bezeichneten Adresse im Hauptspeicherbereich (2) zu verlagern, wenn die Operation der bezeichneten virtuellen Maschine (LPAR) temporär angehalten worden ist, und

zum Steuern der der bezeichneten virtuellen Maschine (LPA) entsprechenden LIP-Steuer-  
einrichtung (7), um die bezeichnete virtuelle Maschine  
(LPA) auf der Grundlage der bezeichneten  
Adresse wiederherzustellen.

9. System von virtuellen Maschinen gemäß An-  
spruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrich-  
tung (6) zur Steuerung von virtuellen Maschinen  
eine Einrichtung zum Steuern der entsprechenden  
LIP-Steuer-  
einrichtung (7) umfaßt, um den Logikbe-  
fehlprozessor (1) der bezeichneten virtuellen Ma-  
schine (LPA) temporär anzuhalten und zu warten,  
bis sämtliche Eingabe-/Ausgabeprozessoren (10),  
die der bezeichneten virtuellen Maschine (LPA)  
zugeordnet sind, außer Betrieb gesetzt worden  
sind.

10. System gemäß Anspruch 8, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß  
die Betriebsmittel-Verwaltungseinrichtung (8) eine  
Einrichtung umfaßt, die auf eine in sie eingegebene  
Prüfanforderung anspricht, um festzustellen, ob die  
bezeichnete virtuelle Maschine (LPA) im Haupt-  
speicherbereich (2) entsprechend den bezeichneten  
Adressen verlagert werden kann; und

die Einrichtung (6) zum Steuern von virtuellen Ma-  
schinen eine Einrichtung umfaßt, um die Prüfanfor-  
derung zu erzeugen und an die Betriebsmittel-Ver-  
waltungseinrichtung (8) auszugeben, wenn die Ope-  
ration der bezeichneten virtuellen Maschine  
(LPA) temporär angehalten worden ist, und um  
die bezeichnete virtuelle Maschine (LPA) ent-  
sprechend der bezeichneten Adresse zu verlagern,  
wenn von der Betriebsmittel-Verwaltungseinrich-  
tung (8) festgestellt worden ist, daß die bezeichnete  
virtuelle Maschine (LPA) verlagert werden kann.

11. System gemäß Anspruch 8, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß die Betriebsmittel-Verwaltungsein-  
richtung (8) eine Einrichtung umfaßt, um nach der  
Verlagerung der bezeichneten virtuellen Maschine  
(LPA) durch die Einrichtung (6) zum Steuern von  
virtuellen Maschinen an sämtliche Eingabe-/Aus-  
gabeprozessoren (10), die der bezeichneten virtuel-  
len Maschine (LPA) zugeordnet sind, das Verla-  
gerungsziel zu melden.

12. System gemäß Anspruch 8, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß die Einrichtung (6) zum Steuern von  
virtuellen Maschinen eine Einrichtung umfaßt, um  
die Inhalte des der bezeichneten virtuellen Maschi-  
ne (LPA) momentan zugewiesenen Hauptspei-  
cherbereichs (2) an einen neuen Hauptspeicherbe-  
reich (2), der das Verlagerungsziel darstellt, in Ein-  
heiten von Seiten zu übertragen.

13. System gemäß Anspruch 8, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß  
der Dienstprozessor (5) eine Einrichtung umfaßt,  
die in dem Fall, in dem der Verlagerungsbefehl eine  
Erweiterung eines Hauptspeicherbereichs (2) be-  
trifft, der einer der bezeichneten virtuellen Maschi-  
ne (LPA) benachbarten virtuellen Maschine  
(LPA) zugewiesen ist, nach der Wiederherstel-  
lung der bezeichneten virtuellen Maschine einen  
Erweiterungsbefehl erzeugt; und

das System von virtuellen Maschinen eine Einrich-  
tung umfaßt, um aufgrund des Erweiterungsbefehls  
den der anderen virtuellen Maschine (LPA) zuge-  
wiesenen Hauptspeicherbereich (2) zu erweitern.

14. System gemäß Anspruch 8, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß

der Verlagerungsbefehl einen Austausch von  
Hauptspeicherbereichen (2) betrifft, die jeweils ei-  
ner von zwei bezeichneten virtuellen Maschinen  
(LPA) zugewiesen sind;

die Einrichtung (6) zum Steuern von virtuellen Ma-  
schinen eine Einrichtung umfaßt, um die den beiden  
virtuellen Maschinen (LPA) zugeordneten LIP-  
Steuer-  
einrichtungen (7) so zu steuern, daß sie jede  
der beiden virtuellen Maschinen (LPA) anhalten,  
um die Inhalte, die in jeweiligen den beiden virtuel-  
len Maschinen (LPA) zugewiesenen Hauptspei-  
cherbereichen (2) gespeichert sind, auszulesen, um  
den ausgelesenen Inhalt einer der beiden virtuellen  
Maschinen (LPA) in dem der anderen virtuellen  
Maschine (LPA) zugewiesenen Hauptspeicherbe-  
reich (2) zu speichern, um die Auslesoperation und  
die Speicheroperation für sämtliche den beiden vir-  
tuellen Maschinen (LPA) zugewiesene Haupt-  
speicherbereiche (2) zu wiederholen und um die  
beiden virtuellen Maschinen (LPA) wiederherzu-  
stellen.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG. 1A

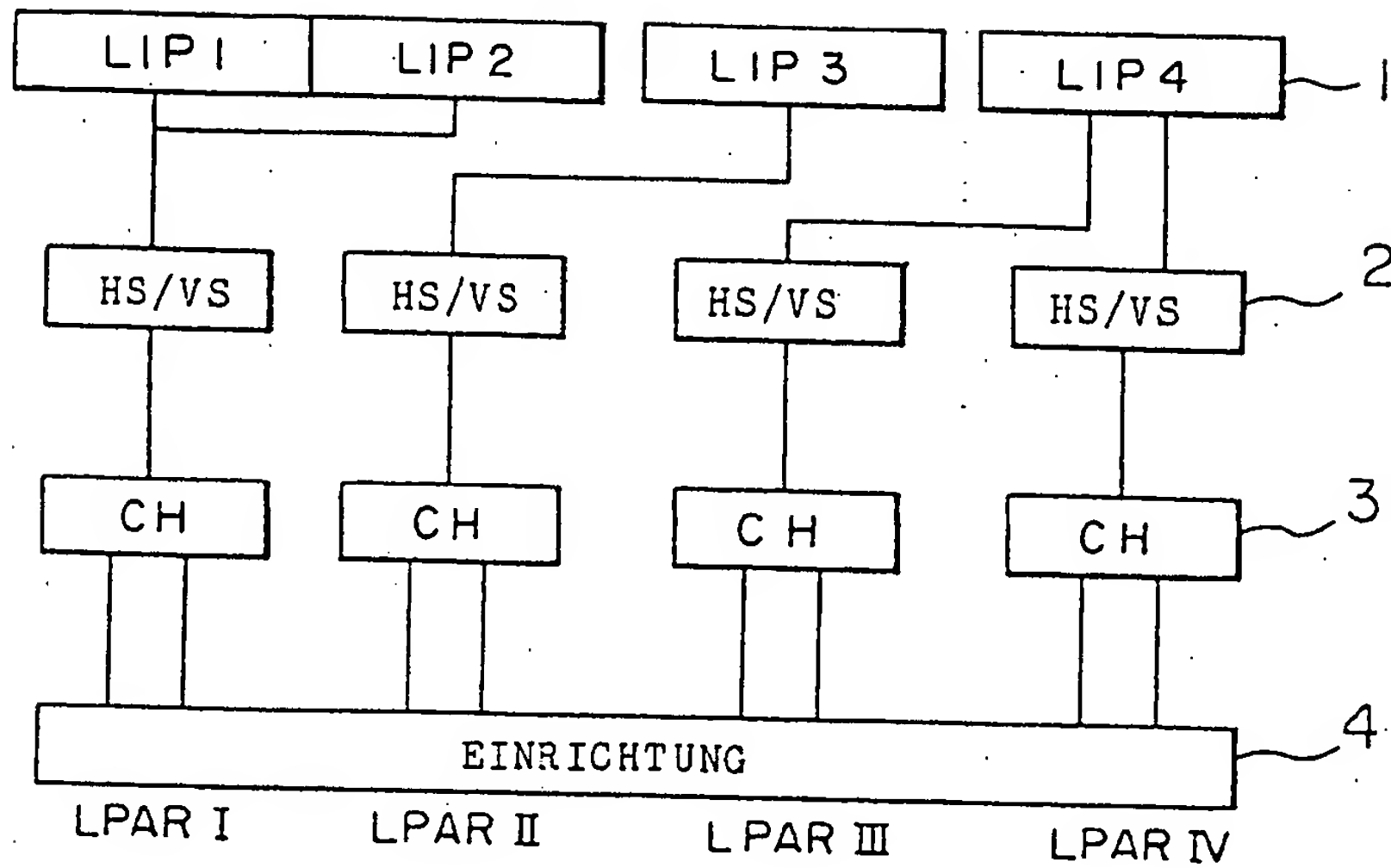
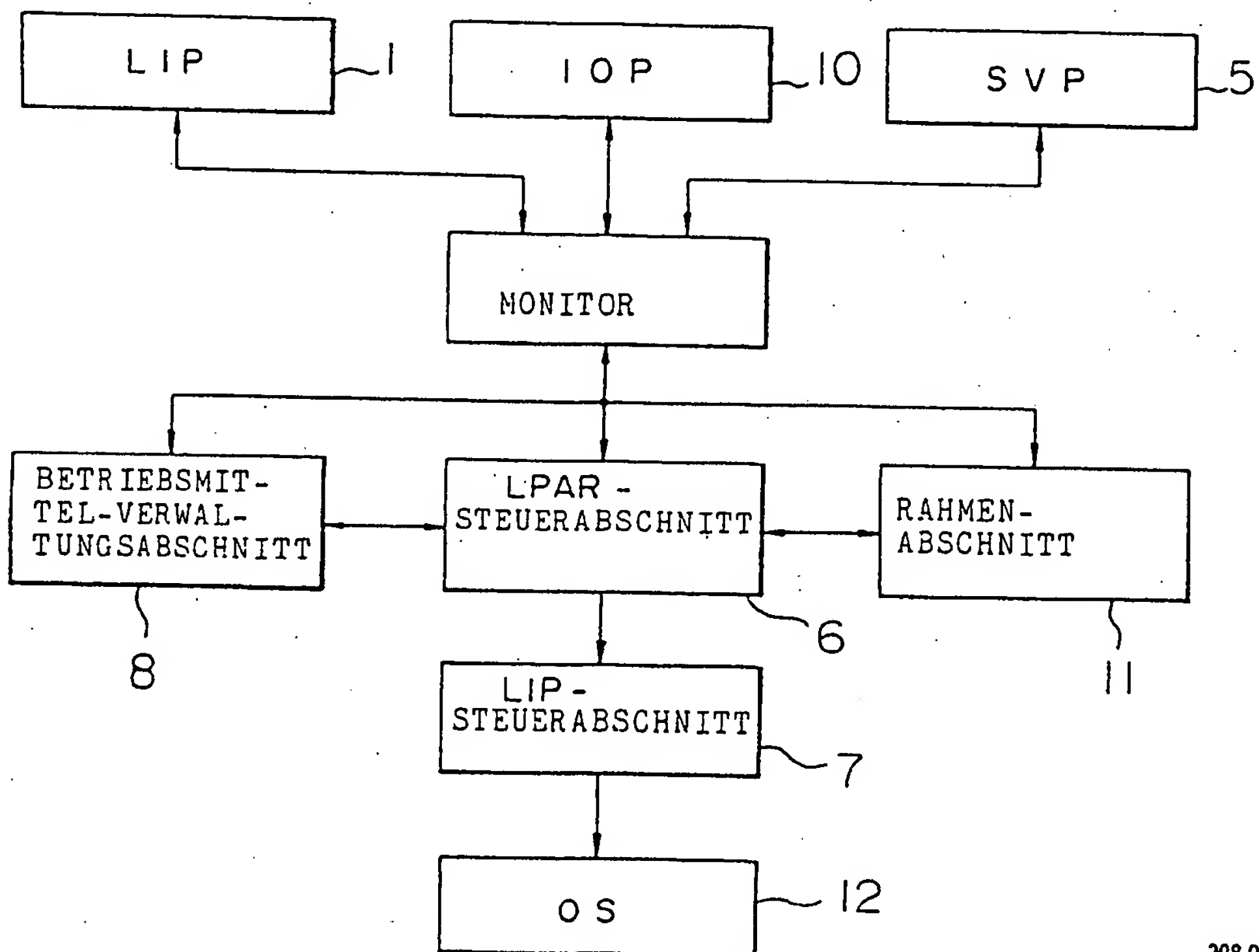


FIG. 1B



—Leerseite—



FIG. 2

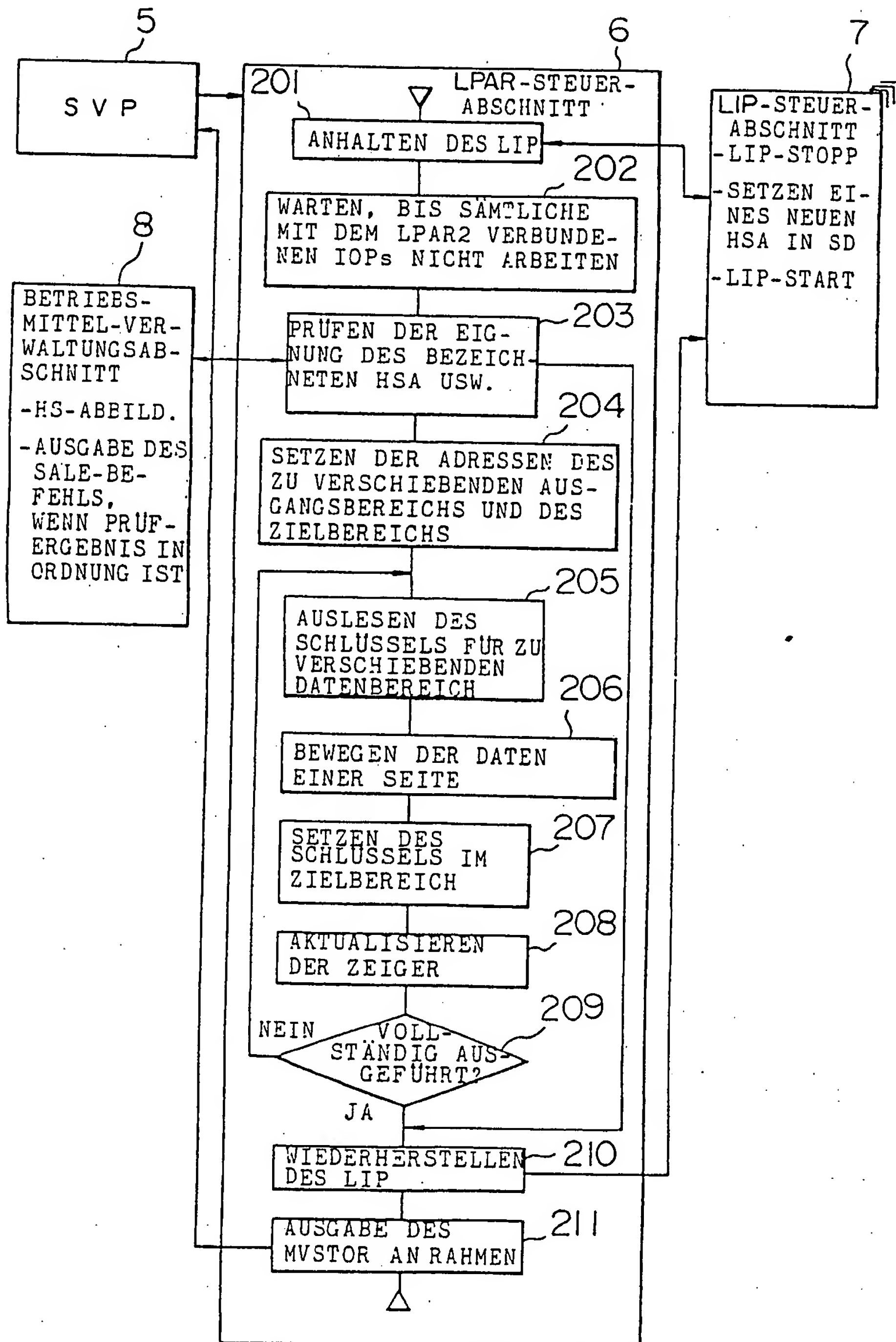


FIG. 3A

MByte (MB)

LPAR-NAME	HS-BEREICH-ANFANGSPUNKT	GRÖSSE DES HS-BEREICHS	
LPAR 1	0	128	0
LPAR 2	128	256	125

VERFÜGBARER PHYSIKALISCHER HAUPTSPEICHERBEREICH: 509 MB

FIG. 3B

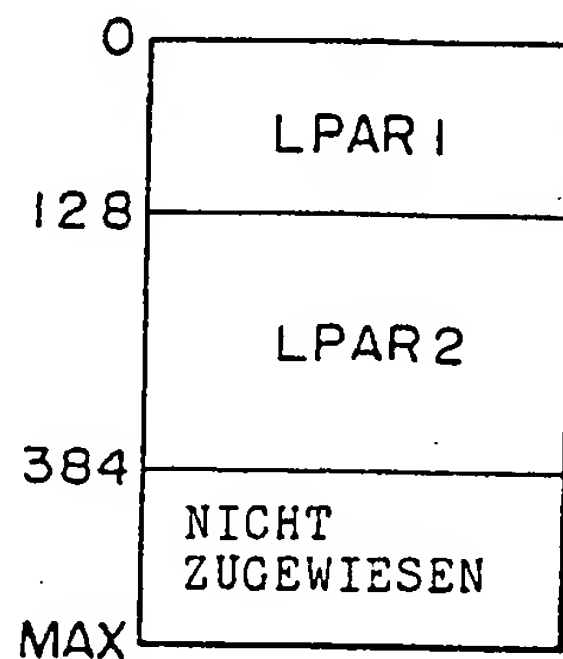


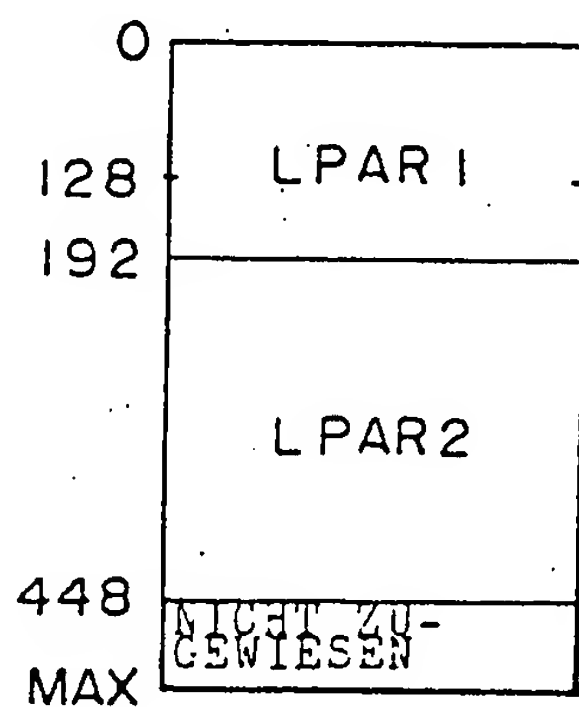
FIG. 4A

MByte (MB)

LPAR - NAME	HS-BEREICH-ANFANGSPUNKT	GRÖSSE DES HS-BEREICHS	
LPAR 1	0	128	64
LPAR 2	192	256	61

VERFÜGBARER PHYSIKALISCHER HAUPTSPEICHERBEREICH: 509 MB

FIG. 4B





DE4217444

## Unofficial English Abstract

Publication date: 1992-12-03

Inventor(s): IMADA TOYOHISA (JP); TAKESHIMA YASUSUKE (JP)

Applicant(s): HITACHI LTD (JP); HITACHI COMPUTER ENG (JP)

Application Number: DE19924217444 19920526

Priority Number(s): JP19910120761 19910527

IPC Classification: G06F12/08

EC Classification: G06F9/455H, G06F12/02D

Equivalents: GB2256513, JP4348434

---

### Abstract

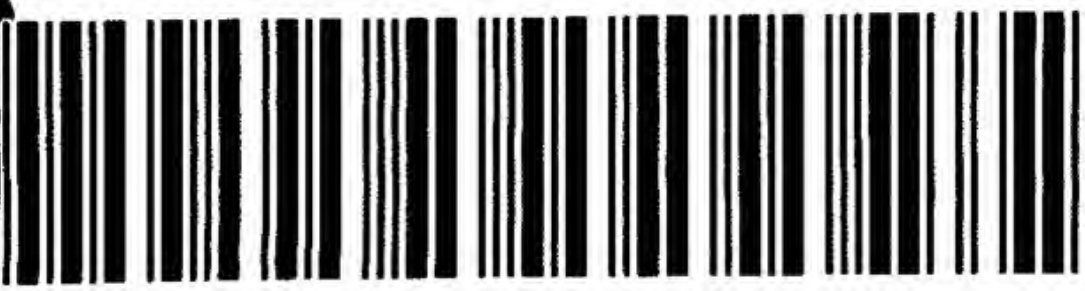
---

A virtual machine system having a plurality of virtual machines, in which each virtual machine can be relocated to a new storage area of main storage without interfering with any other virtual machine. The relocation is carried out by move instructions issued by a service processor 5 upon receipt of a relocate command. These instructions pass control to a controlling section 6 which instructs a logical instruction processor (LIP) controlling section 7 to temporarily stop the LIP of the particular virtual machine. Next a check is made by the resource managing section 8 to determine whether the virtual machine can be moved. Once that has been checked, the virtual machine is relocated on the main storage area in accordance with a designated address by the relocate command and the controlling section 7 restores operation of the virtual machine.

Data supplied by epo database

# REFERENCES

IDS







Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Publication number:

**0 473 913 A2**

12

## EUROPEAN PATENT APPLICATION

Application number: 91111894.1

Int. Cl.<sup>5</sup>: **G06F 9/46**

Date of filing: 17.07.91

Priority: 04.09.90 US 576583

Date of publication of application:  
11.03.92 Bulletin 92/11

Designated Contracting States:  
**DE FR GB**

Applicant: **International Business Machines Corporation**  
Old Orchard Road  
Armonk, N.Y. 10504(US)

Inventor: **Farrell, Joel Alan**  
395A Cafferty Hill Road  
Endicott, New York 13760(US)

Representative: **Jost, Ottokarl, Dipl.-Ing.**  
IBM Deutschland GmbH Patentwesen und  
Urheberrecht Schönlicher Strasse 220  
W-7030 Böblingen(DE)

Method and apparatus for providing a service pool of virtual machines for a plurality of VM users.

A system for providing a service pool of virtual machines (12 - 18) to a plurality of system virtual machine users (20). A host processor (10) creates through a control program (CP) a pool of virtual machines. A firmware configured AVS gateway is connected over an SNA to a plurality of work stations (20). A request from a work station is assigned to one of the service pool machines based on the specific transaction being completed. The ID of the requesting work station is assigned to the selected virtual machine. The assigned virtual machine completes its transaction with the work station and is then free to service other requests.

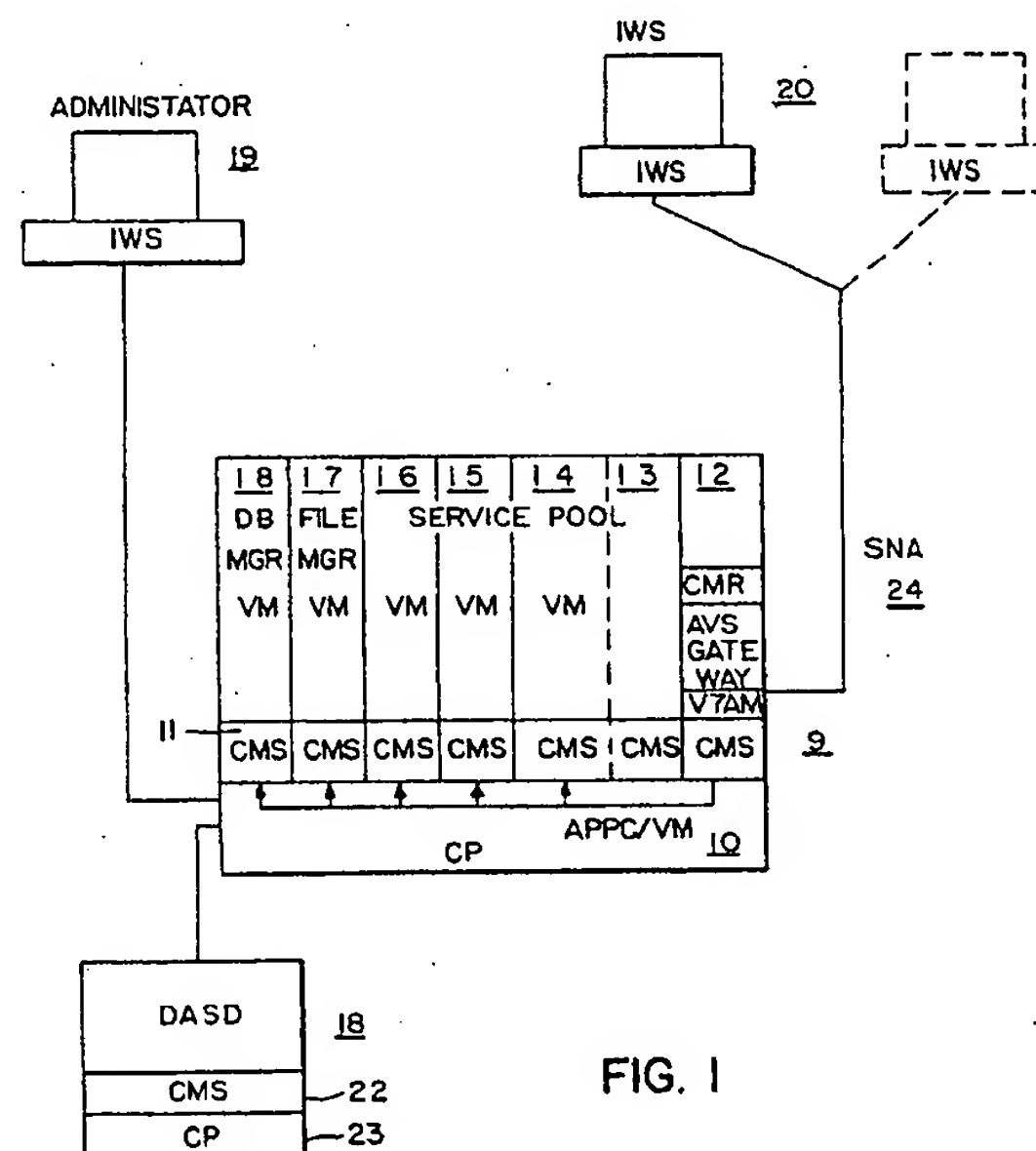


FIG. 1

The present invention relates to the enhancement of virtual machine system product operating systems. Specifically, a pool of virtual machines are provided, each machine pre-initialized for a given application such that a plurality of independent work stations may access the individualized virtual machine, depending on the application requirements of the independent work station.

In normal virtual machine system products, a single independent work station is assigned a specific virtual machine. Virtual machines are created by a control program (CP), operating in a large scale computer processing system. The control program divides the processing operations among a plurality of users, such that each user, connected through an independent work station, appears to have his own processor or virtual machine. Each independent work station has a user ID which is assigned to the virtual machine to run any particular application needed by the independent work station. Each work station has access to only one virtual machine for a given user ID.

The disadvantage of the current arrangements of independent work stations for use in a virtual machine environment relates to the fact that each work station ID is assigned to a particular virtual machine. To initiate any concurrent work by the processor forming the virtual machines, the user must have access to more than one virtual machine. However, the virtual machines have different user IDs and corresponding differences in user authorization. Therefore, for a specific individual work station to run two jobs concurrently, two virtual machines would have to be authorized with two different identification numbers. Alternatively, two separate applications could be concurrently executed in one virtual machine using multitasking. However, multitasking is not easy to implement and is certainly more expensive than is probably warranted in terms of consumption of processor time.

Thus, the foregoing limitations render it inefficient to execute different types of applications from the same work station. This imposes a certain inflexibility on the use of virtual machines.

It is an object of this invention to permit a plurality of independent work stations to use more than one virtual machine for executing different application programs.

It is a specific object of this invention to provide for a pool of service machines, a number of such service machines being pre-initialized to handle a specific application from any independent work station.

It is yet another object of this invention to provide a gateway between a processor supporting a plurality of VM machines, and each of a plurality of independent work stations which permits the assignment of one of the service pool virtual ma-

chines to a requesting independent work station.

These and other objects of the invention are provided by a system which permits a plurality of independent work stations to access more than one virtual machine. The independent work stations are connected over a SNA via a VTAM interface, in a preferred embodiment, to the processing system supporting the virtual machines. A pool of such virtual machines is set up in the processor by the system administrator. Each of the virtual machines constituting the pool may be pre-initialized to run a specific program for any connected independent work station.

In carrying out the invention of permitting more than one independent work station to access one of the pre-initialized virtual machines, an AVS gateway is configured in the virtual machine which will select one of the virtual machines for assignment to a requesting independent work station. The assignment process requires that an alternate identification number be assigned to a virtual machine, corresponding to a requesting independent work station identification number. Once the assignment is made, a communication session may be set up by the gateway and a related conversation management routine, between the newly-assigned virtual machine and a connected independent work station.

Since the AVS gateway has the ability to assign a pre-initialized virtual machine to a requesting independent work station, more than one independent work station may access the virtual machine. Each time a new independent work station requests access to a machine for executing a specific application, the AVS gateway will make a new assignment of an alternate identification number to the pre-initialized virtual machine, corresponding to the identification number of the subsequently requesting independent work station.

#### Description of the Figures

Fig. 1 illustrates a virtual machine complex 9 having associated therewith an administrator 19 and a plurality of independent work stations 20.

Fig. 2 illustrates the configuration by the administrator of the virtual machine complex 9.

Fig. 3 illustrates the sequence of events for establishing a communication between an independent work station and a service pool of virtual machines.

Referring now to Fig. 1, there is shown a virtual machine complex 9. The virtual machine complex 9 comprises a central processor having a control program 10, which partitions the processor into a plurality of virtual machines. Associated with each

of the virtual machines 12-17 is a CMS protocol layer, comprising an operating program for permitting each of the partitioned virtual machines 13-18 to communicate with an associated administrator 19 or independent work station 20.

A direct access storage device (DASD) 18 is shown which provides storage for the control program 10 data and parameters, as well as for the CMS data and parameters. As is described in the various references relating to IBM VM/SP installations, the DASD 18 is partitioned to have the respective CP storage area 23 and CMS storage area 22.

The plurality of virtual machines 12-18 may be accessed by different users through an independent work station 20. Shown in Fig. 1 is a virtual machine 12 which is configured to operate as an interface between an SNA 24, connected to the independent work station 20, and the remaining virtual machines in the complex 9. The virtual machine 12 is configured to have an AVS gateway supporting a VTAM Lu.6 protocol for the SNA 24. A conversation management routine associated with the AVS gateway will provide for an APPC/VM communication between the AVS gateway in each of the virtual machines 13 through 18. Thus, any independent work station 20 connected through SNA 24 may communicate via the gateway and associated CMR program to the remaining virtual machines 13-18.

In accordance with the invention, a plurality of the virtual machines 14-16 are shown forming a service pool of virtual machines. Any one of the service pool virtual machines may be selected by the CMR to service a given application request. The pool of virtual machines 14, 15 and 16 may be advantageously pre-initialized with an operating program, dedicated to a specific application. For instance, the virtual machine 14 may be configured to serve as an electronic mail machine, wherein independent work stations may inquire and leave messages in the virtual machine 14 for other users.

The virtual machine 15 may be used for a different function, such as backup/restore, so that it may be pre-initialized with the appropriate application program. As a further example, virtual machine 16 may be programmed with a statistical application such that any of the connected independent work stations 20 may access the service pool and be assigned a virtual machine, pre-initialized for an application which is of interest to an independent work station 20. Additionally shown are virtual machines 17 and 18 which are data base managers and file managers for the DASD 18. These virtual machines 17 and 18 include an access identity table permitting a particular virtual machine access to their files and data base, respectively, when a match is found between the table identities and a

requesting work station.

The service pool of virtual machines 14, 15 and 16 are created by the administrator 19. As is described in various IBM reference materials on virtual machine system products, a virtual machine can be created upon a command issued by the administrator 19. In order to create a plurality of such machines, constituting a pool, instead of configuring each virtual machine by the usual user configuration and authorization statements, for each virtual machine being created, a pool statement may be issued by the administrator which comprises the following elements:

15 User

User ID 1

Configuration Statements

Authorization Statements

20

Pool Serve 15

Configuration Statements

Configuration Statements

25

The CP director, used by the system administrator, will expand the foregoing statement to create a plurality of virtual machines equal in number, and having access to the particular system facilities and devices defined in the authorization statements and configuration statements.

30

Having created the service pool, each of the virtual machines of the service pool will have a primary identity. As will be seen with respect to the allocation of a virtual machine in a service pool to a request from an independent work station 20, each of these virtual machines may be known by an alternate identity matching the identity of the independent work station having a request for service. Each of the service pool machines, like other virtual machines, can communicate through APPC/VM to each other, as well as through the APPC/VTAM interface running in virtual machine 12 to the independent work stations.

35

40

45

50

55

The administrator 19 is responsible for creating the service pool, as well as pre-initializing the service pool virtual machines with specific application programs. Referring to Fig. 2, the general steps shown to create the service pool and prepare the virtual machine complex 9 for servicing ALLOCATE commands received over the SNA 24 are shown. The service pool is created in step 31 using the foregoing command to the administrator file directory. The administrator 19 is connected through the virtual machine 13 to set up the commands for the control program to configure the required number of service pool virtual machines.

Each of the virtual machines is configured in step 32 with specific program packages illustrated

in steps 34 through 37. By pre-initializing the virtual machines, it is possible to reduce the amount of time necessary to run an application with the pre-initialized virtual machine. Additionally, the AVS gateway is configured in step 39 to recognize ALLOCATE commands received over the SNA 24, and permit assignment of one of the virtual machines of a pool 14 through 16 to be assigned to execute the received command.

Associated with this gateway configuration is a requirement to supply the identity of the pool machine to a CMR portion of the AVS gateway program, so that the CMR can make an assignment of pool machine to a requesting independent work station 20.

In carrying out the invention of providing a pool of virtual machines capable of servicing a greater number of independent work stations 20, a provision is made for the CMR to assign an alternate ID to each virtual machine of the service pool 14 through 16, corresponding to the ID of the independent work station 20 issuing the ALLOCATE. Each time an ALLOCATE is received by the AVS gateway, the CMR selects a machine and returns the user ID for the connection to the AVS gateway, as well as the alternate user ID, to be used by the virtual machine during the connection. The AVS gateway issues an APPC/VM CONNECT, in step 47, to the selected virtual machine in the service pool, also specifying the alternate user ID for the virtual machine. A communication routine running in the selected virtual machine of the service pool virtual machine 14 through 16 issues an ACCEPT, at which time the alternate user ID is assigned to the machine.

The result is a session between the selected virtual machine, identified by the alternate user ID and the independent work station 20 having the same user ID number. Thus, the independent work station 20 has the ability to access any of the service pool machines 14 through 16 which may be advantageously pre-initialized with a specific application.

It can therefore be seen that this facility of assigning a machine to a given independent work station 20 issuing an ALLOCATE, permits a greater number of work stations to access the specific machine which may have associated therewith a special application program.

As shown in Fig. 3, the ALLOCATE command issued by the independent work station includes a logic unit identifier, identifying the logical unit set up by the AVS gateway/VTAM interface. The defined logical unit accompanies every ALLOCATE from every independent work station to permit the ALLOCATE to be processed by the AVS gateway. Additionally, the ALLOCATE command provides a transaction identifier which will permit the CMR to

select a virtual machine from the service pool of virtual machines 14 through 16, specific to the intended transaction. The user ID identifies independent work station 20, and becomes the alternate identification number for each virtual machine in the service pool 14 through 16.

When an application has been run in response to the allocate command, the IWS deallocates the conversation in step 51 with a CONFIRM LEVEL DEALLOCATE. When the gateway processes the CONFIRM LEVEL DEALLOCATE, the service pool transaction program is notified that the conversation is ending. It performs a cleanup and issues a confirmed back to the independent work station 20. The conversation is then deallocated, at which time the alternate user ID is cleared from the selected service pool virtual pool 14 through 16.

This therefore results in the AVS driving deallocate exit for the gateway and the conversation management routine CMR marks the service pool machine as available for assignment when a subsequent ALLOCATE is received over the SNA 24.

Each of the service pool machines 14, 15 and 16 is also accessible by the system administrator 19 by its primary identification number. The use of the alternate user ID is an expedient for permitting more than one independent work station 20 to be assigned a virtual machine at different times.

Thus, there is described with respect to one embodiment, a complex of virtual machines organized as a service pool. The service pool may be freely assigned to any of a number of authorized independent work stations 20 upon receipt of an ALLOCATE command requesting a desired service.

## Claims

1. A system for providing a service pool of virtual machines to a plurality of system users comprising:

a set of independent work stations connected to an SNA;

a host processor having a control program for sharing resources of said processor by creating a plurality of virtual machines comprising a service pool of virtual machines; and,

a firmware configured AVS gateway in said host processor, said gateway connected to said SNA, establishing a communication through a VTAM session with one of said work stations initiating a request for service of a virtual machine, and for establishing an APPC/VM communication with an available VM machine of said pool of virtual machines.



2. The system of claim 1 wherein each of said virtual machines of said pool of virtual machines are initialized to perform a specific set of services, whereby processing speed is enhanced.

5

3. The system according to claim 1, wherein said gateway supports VTAM LV.6 communications over said SNA.

10

4. The system of claim 1, wherein said AVS forms a logical unit LU having a conversational management program associated with it which selects a virtual machine for connection to one of said independent work stations, and assigns to said selected virtual machine a user ID associated with said work station as an alternate ID for said virtual machine.

15

5. The system of claim 4, wherein said conversational management program deletes said assignment of said alternate user ID from said one virtual machine following completion of a session with said work station.

20

25

6. The system of claim 2, wherein said work station initiates a session with an ALLOCATE command containing a transaction program name identifying a pre-initialized virtual machine for executing one of said specific set of services.

30

35

40

45

50

55

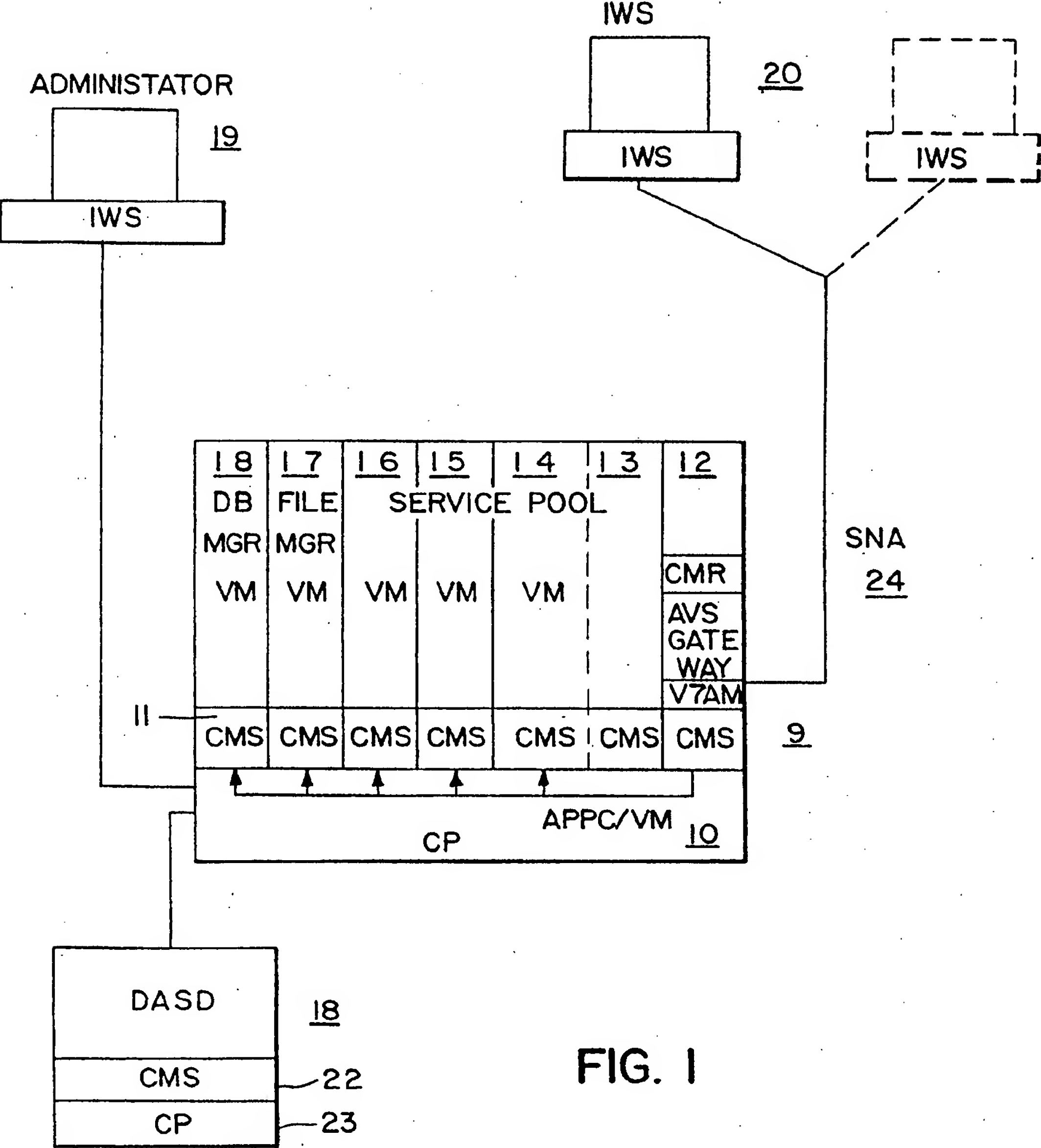


FIG. 1

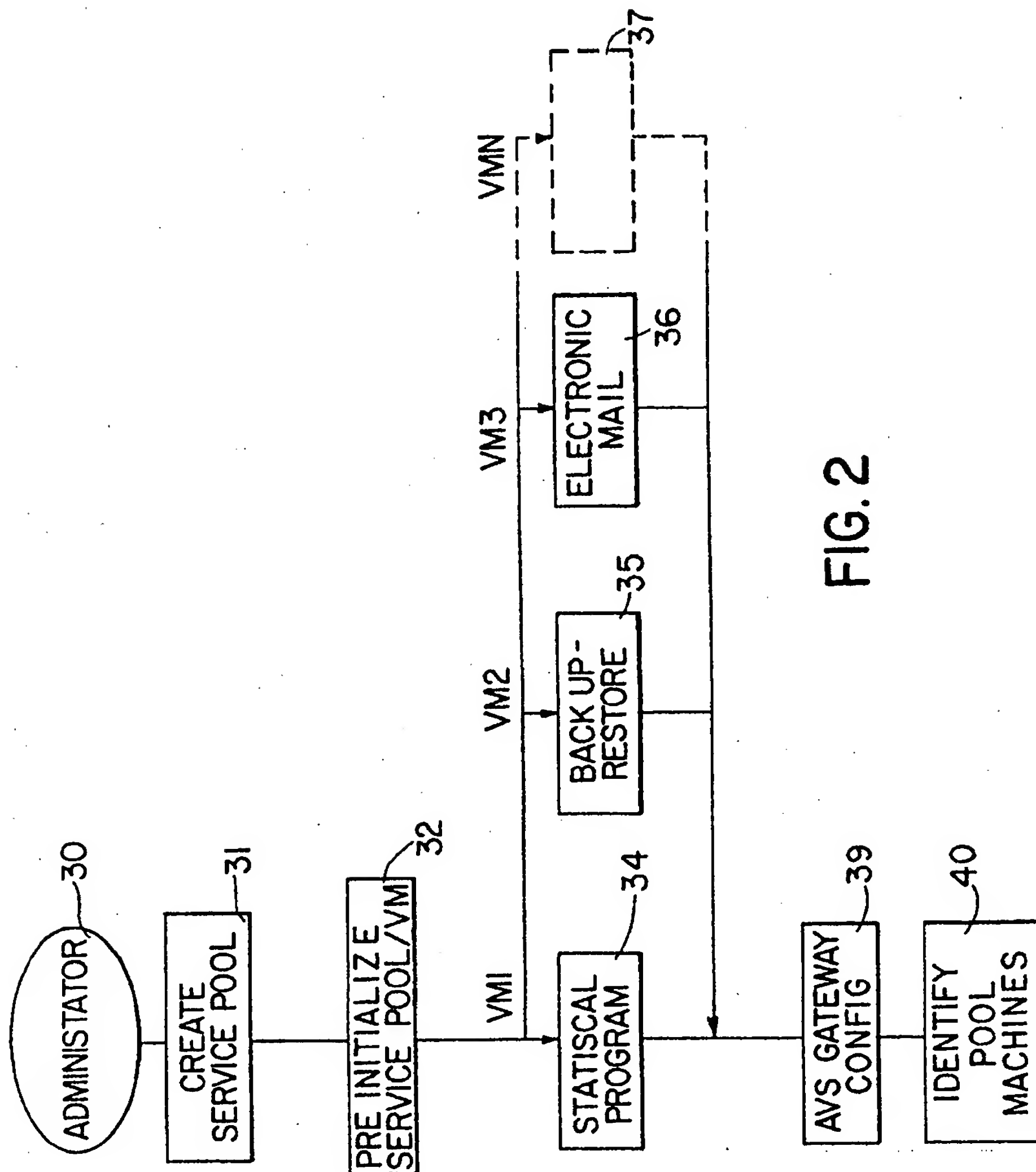


FIG. 2

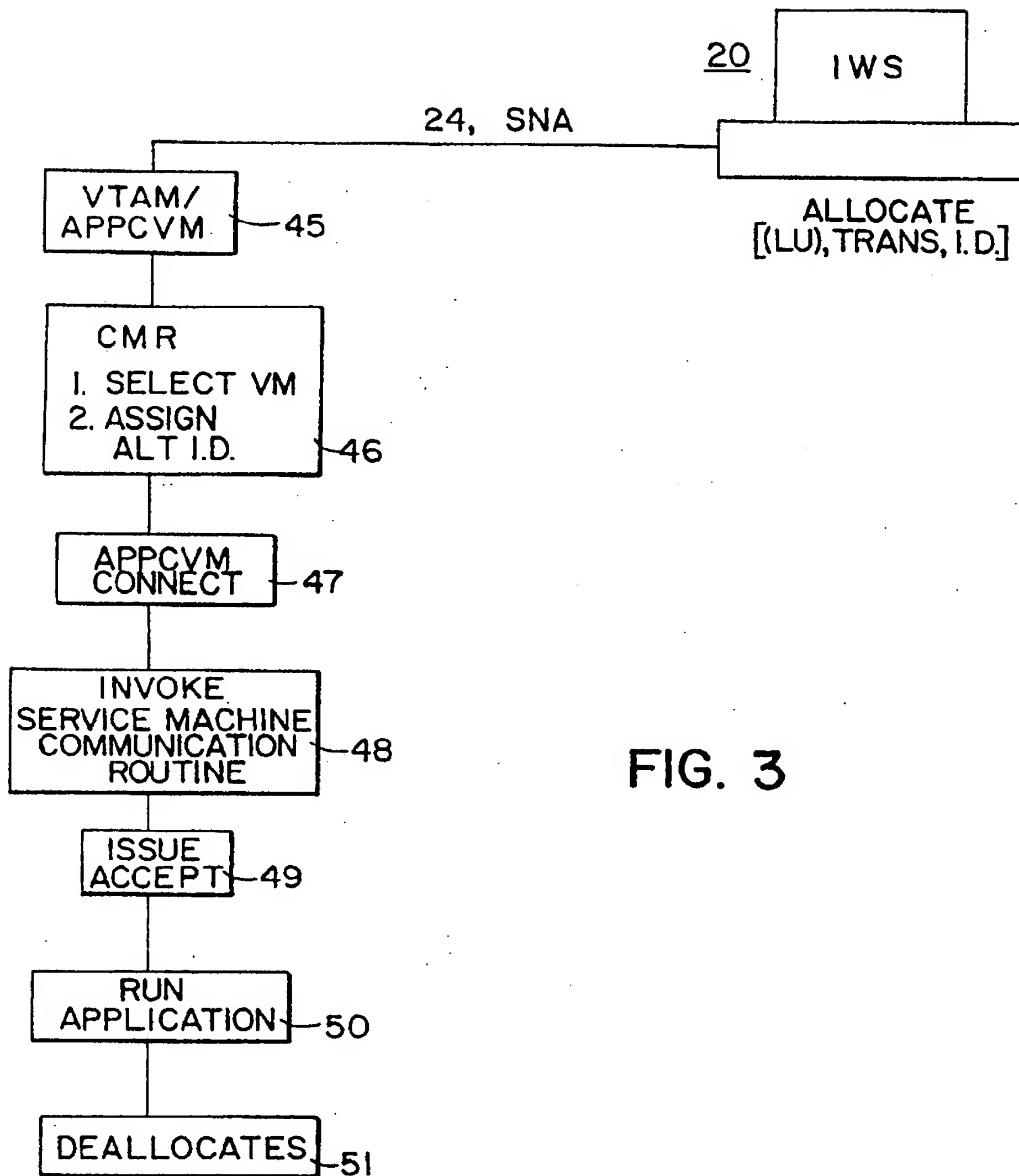


FIG. 3



(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Publication number:

**0 473 913 A3**

(12)

**EUROPEAN PATENT APPLICATION**(21) Application number: **91111894.1**(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **G06F 9/46**(22) Date of filing: **17.07.91**(30) Priority: **04.09.90 US 576583**(43) Date of publication of application:  
**11.03.92 Bulletin 92/11**(84) Designated Contracting States:  
**DE FR GB**(88) Date of deferred publication of the search report:  
**16.12.92 Bulletin 92/51**

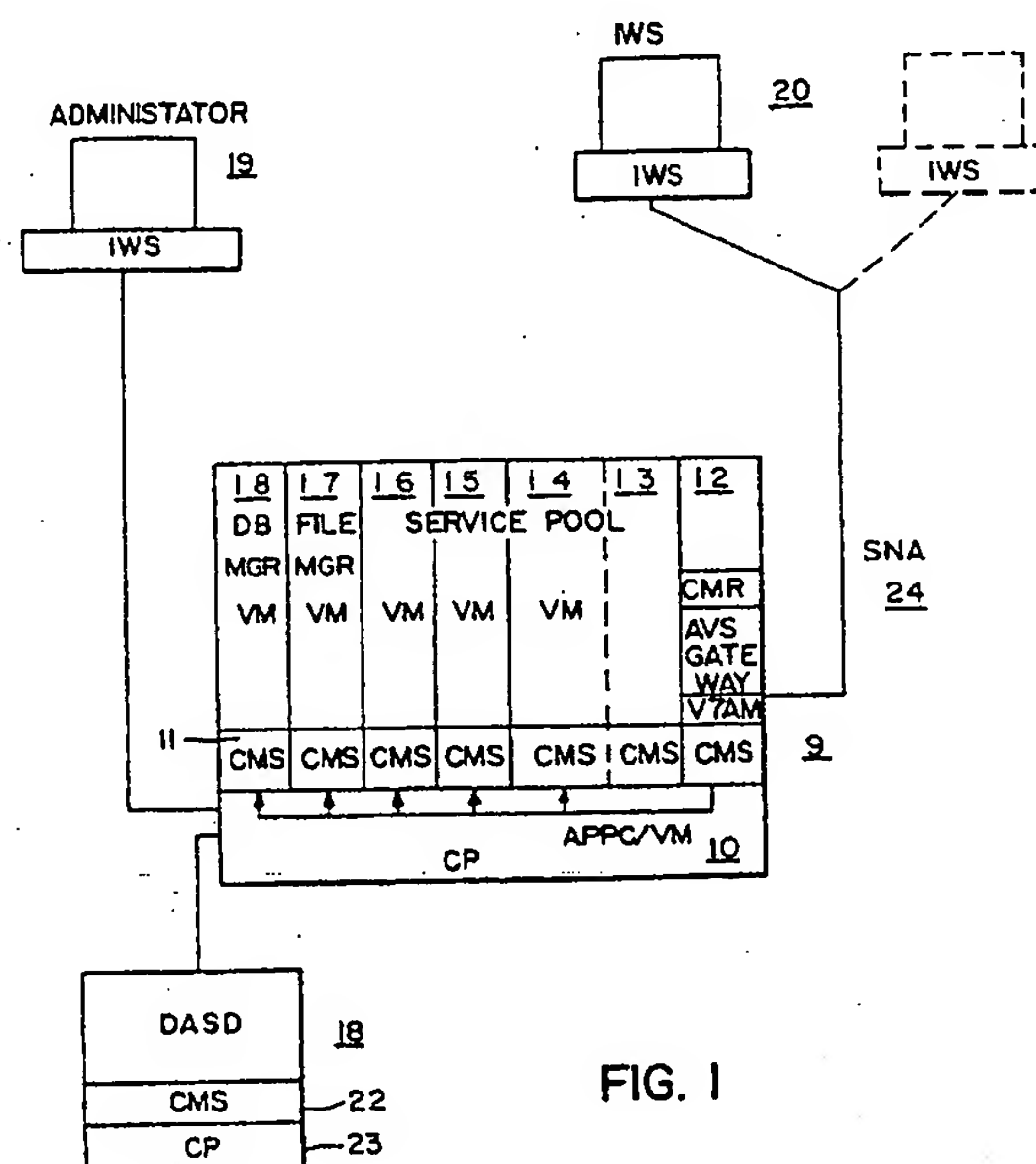
(71) Applicant: **International Business Machines Corporation**  
**Old Orchard Road**  
**Armonk, N.Y. 10504(US)**

(72) Inventor: **Farrell, Joel Alan**  
**395A Cafferty Hill Road**  
**Endicott, New York 13760(US)**

(74) Representative: **Jost, Ottokarl, Dipl.-Ing.**  
**IBM Deutschland GmbH Patentwesen und**  
**Urheberrecht Schönaicher Strasse 220**  
**W-7030 Böblingen(DE)**

(54) **Method and apparatus for providing a service pool of virtual machines for a plurality of VM users.**

(57) A system for providing a service pool of virtual machines (12 - 18) to a plurality of system virtual machine users (20). A host processor (10) creates through a control program (CP) a pool of virtual machines. A firmware configured AVS gateway is connected over an SNA to a plurality of work stations (20). A request from a work station is assigned to one of the service pool machines based on the specific transaction being completed. The ID of the requesting work station is assigned to the selected virtual machine. The assigned virtual machine completes its transaction with the work station and is then free to service other requests.

**FIG. 1**



European Patent  
Office

## EUROPEAN SEARCH REPORT

Application Number

EP 91 11 1894

DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages	Relevant to claim	CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int. Cl.5)
X	EP-A-0 366 581 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 2 May 1990 * abstract * * column 4, line 14 - column 6, line 6 * * column 9, line 25 - column 13, line 57 * ---	1-6	G06F9/46
A	EP-A-0 312 739 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 26 April 1989 * abstract * * column 3, line 17 - column 8, line 12 * * figures 1-3 * ---	1,3	
A	EP-A-0 248 403 (HITACHI LTD.) 9 December 1987 * column 3, line 9 - line 48 * * column 4, line 30 - line 51 * * column 6, line 31 - column 8, line 9 * * figures 1,3 * -----	1-3,6	
			TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int. Cl.5)
			G06F
The present search report has been drawn up for all claims			
Place of search THE HAGUE		Date of completion of the search 08 OCTOBER 1992	Examiner TALLOEN J.M.F.S.
<b>CATEGORY OF CITED DOCUMENTS</b> X : particularly relevant if taken alone Y : particularly relevant if combined with another document of the same category A : technological background O : non-written disclosure P : intermediate document T : theory or principle underlying the invention E : earlier patent document, but published on, or after the filing date D : document cited in the application L : document cited for other reasons * : member of the same patent family, corresponding document			

EPO FORM 1503 03.82 (P0401)